

WNIOSEK O WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Załącznik 2a

AUTOREFERAT W JĘZYKU POLSKIM

dr inż. Ewa Jolanta Zender – Świercz

Kielce, styczeń 2019

dr inż. Ewa Jolanta Zender – Świercz
Politechnika Świętokrzyska
Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki
Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej

AUTOREFERAT

Spis treści

1. Imię i nazwisko	2
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	2
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	2
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.).....	2
a) tytuł osiągnięcia naukowego.....	2
b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy	3
c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	3
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych	14
5.1 Przebieg pracy naukowej przed uzyskaniem stopnia doktora.....	14
5.2 Przebieg pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora	17
5.3 Podsumowanie dorobku naukowego	22
6. Podsumowanie osiągnięć i dorobku zawodowego	26
6.1 Działalność dydaktyczna i popularyzatorska.....	26
6.2 Działalność organizacyjna	29
Bibliografia	30

1. Imię i nazwisko

Ewa Jolanta Zender – Świercz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- stopień naukowy doktora nauk technicznych, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, 2012r., tytuł rozprawy doktorskiej: *Regulowanie parametrów mikroklimatycznych Indywidualnym Systemem Nawiewnym*

- tytuł magistra inżyniera, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska, 2006r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01.05.2013r. do chwili obecnej adiunkt w Katedrze Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej

01.10.2012r. – 30.04.2013r. asystent w Katedrze Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej

01.10.2006r. – 30.09.2012r. asystent w Katedrze Sieci i Instalacji Sanitarnych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Świętokrzyskiej

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Zdecentralizowana wentylacja fasadowa sposobem na poprawę jakości powietrza wewnętrznego. Diagnoza. Analiza. Poprawa.

b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy

Monografia:

Ewa Zender – Świercz, *Zdecentralizowana wentylacja fasadowa sposobem na poprawę jakości powietrza wewnętrznego. Diagnoza. Analiza. Poprawa*. Wydawca: Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2018, Recenzenci wydawniczy: dr hab. inż. Dariusz Heim, prof. PŁ, dr hab. inż. Wioletta Rogula – Kozłowska, prof. SGSP

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Podjęte przeze mnie prace naukowe po obronie pracy doktorskiej związane były z zagadnieniami wentylacji i fizyki budowli. Głównym celem prowadzonych przeze mnie badań i analiz było znalezienie sposobu na poprawę mikroklimatu wewnątrz.

Znaczenie jakości powietrza wewnętrznego jest ogromne. Człowiek większość czasu spędza w budynkach. Zły stan powietrza istotnie wpływa na zdrowie użytkowników. Zmienia się on drastycznie w zależności od stopnia rozwoju danego państwa. W krajach rozwijających się zanieczyszczenie powietrza przyczynia się do 3,7% obciążenia chorobami, natomiast w krajach rozwiniętych, ten sam faktor, nie jest wymieniany w czołówce 10 wiodących czynników chorobotwórczych (Miśkiewicz 2005, Colbeck i in. 2018). Jak podaje raport WHO (World Health Organization – Światowej Organizacji Zdrowia) (WHO 2018) 3,8 miliona zgonów na świecie w roku 2016 było skutkiem zanieczyszczeń powietrza. W samych Chinach liczba zgonów w wyniku złego stanu powietrza wynosiła 111 000, a liczba wizyt ratunkowych 4,3mln (Xie 2018). Zła jakość powietrza wpływa nie tylko na zdrowie, ale również na wydajność pracy zmniejszając ją, a także zwiększając częstotliwość absencji pracowników. W przypadku szkół obniża wydajność uczenia się (Sowa 2017). Słaba jakość powietrza

wewnętrznego powoduje wystąpienie symptomów SBS (Sick Building Syndrome – syndrom chorego budynku). Naukowcy przeanalizowali wpływ wydajności instalacji wentylacji na pojawienie się jego objawów. Średnia częstotliwość występowania objawów wzrastała o 23% przy spadku wydajności wentylacji od 36 do 18 m³/h·os i spadała o ok. 29% przy wzroście strumienia powietrza od 36 do 90 m³/h·os (Fisk i in. 2009). Oczywistą kwestią są koszty inwestycyjne, które muszą zostać poniesione celem podniesienia jakości powietrza w pomieszczeniu. Szacuje się jednak, iż koszty pracy są o ok. 4 – 40 razy większe niż koszty budowy instalacji. SPBT (Simple Payback Time – prosty czas zwrotu nakładów) na urządzenia wentylacyjne stosowane do poprawy jakości powietrza wynosi 1 – 3 lat, czyli tak naprawdę niewiele (Sowa 2016).

Przy obecnym dążeniu do uszczelniania obudowy budynku konieczne jest kontrolowanie parametrów powietrza. Niezwykle istotna w tym przypadku jest jego wilgotność. Naukowcy (Mijakowski 2005) określili tygodniową ilość pary wodnej w pomieszczeniu, jest to nawet 100kg. Utrzymanie wilgotności powietrza na mniej więcej stałym poziomie wymaga intensywnego usuwania pary wodnej na zewnątrz.

Prowadzone przeze mnie badania potwierdziły wyniki uzyskiwane przez naukowców z całego świata, świadczące o zaburzeniach jakości powietrza w istniejących budynkach. W szczególności dotyczy to obiektów poddanych termomodernizacji. Działania podejmowane celem redukcji energii zużywanej przez budynek zazwyczaj ograniczane są do ocieplenia obiektu. Inwestorzy skupiając się na poprawie jednego parametru podejmują działania wpływające bardzo często na inne właściwości środowiska wewnętrznego, np.: intensywność wymiany powietrza, akustykę, wilgotność powietrza itp. Badania wykazały niedostateczną wymianę powietrza w termomodernizowanych budynkach, a także wzrost wilgotności powietrza oraz stężenia ditlenku węgla (CO₂) (zał. 3 pkt. II E 1 i pkt. II E 7). Wilgotność powietrza osiągała większe wartości w pomieszczeniach, gdzie jedynym źródłem

wilgoci są ludzie, stąd można wysnuć wniosek, iż wzrost wilgotności nie wynika ze sposobu użytkowania lokalu. Potwierdza to fakt pojawienia się grzybów pleśniowych, które nie występowały w pomieszczeniach kuchni, łazienki, czy socjalnym (tzn. tam, gdzie wyższa wilgotność wynika z działalności człowieka). Celem poprawy mikroklimatu wnętrza, zarządcy zwiększają ilość dopływającego powietrza poprzez zastosowanie np. nawiewników okiennych (zał. 3 pkt. II E 2), co z kolei powoduje obniżenie temperatury wewnętrznej i odczuwanie dyskomfortu termicznego. Rozwiązaniem poprawiającym komfort termiczny mogą być grzałki elektryczne montowane w nawiewnikach. Jednak wiąże się to ze wzrostem kosztów użytkowania budynku. Jako sposób na poprawę jakości powietrza stosowane są mechaniczne systemy wentylacji oraz urządzenia zdecentralizowane. Naukowcy (Ben – David 2016) dowiedli, iż na efektywność usuwania zanieczyszczeń gazowych (CO_2 , HCHO , O_3 , NO_3) nie ma wpływu rodzaj zastosowanego systemu wentylacji. Dobrze zaprojektowana wentylacja naturalna – ze zrozumieniem współzależności przecieku powietrza przez nieszczelności i różnicy ciśnienia może w sposób wystarczający zmniejszać stężenie gazów. Inaczej sytuacja ma się w przypadku zanieczyszczeń pyłowych, gdzie efektywność filtracji powietrza nawiewanego znacząco wpływa na ich koncentrację. Jednocześnie uwzględniając energochłonność układów wentylacji również w tym przypadku system naturalny wymaga mniejszych nakładów. Synergia energooszczędności, efektywności usuwania zanieczyszczeń zarówno gazowych, jak i pyłowych, a także komfortu termicznego wskazuje na konieczność zastosowania systemu opierającego się na połączeniu obu układów. Dobrym rozwiązaniem jest w tym przypadku wentylacja zdecentralizowana. W literaturze brakuje analiz urządzeń wentylacyjnych przeznaczonych do indywidualnego montażu w ścianach budynków, które samodzielnie realizują nawiew i wywiew. Urządzenia, które były analizowane to mini-centrale wentylacyjne montowane autonomicznie w pomieszczeniach (Dermentzis 2018). Wobec braku odpowiedzi na pytanie w jaki sposób

można poprawić stan powietrza w budynkach istniejących podjęłam próbę jej znalezienia. Stąd też przedmiotem moich badań było nowatorskie rozwiązanie oparte na następujących po sobie fazach nawiewu i wywiewu. Innowacyjne urządzenie wyposażone jest w jeden wentylator, przez który naprzemiennie przepływa strumień zasysany z zewnątrz i z wewnątrz pomieszczenia. W ten sposób wytwarza nadciśnienie (podczas fazy nawiewu) i podciśnienie (w trakcie wywiewu). Pracujący w ten sposób układ wykorzystuje eksfiltrację i infiltrację adekwatnie do realizowanego cyklu. W przypadku zastosowania tego typu rozwiązania istotna jest analiza ryzyka wystąpienia „krótkiego spięcia”, tj. zasysania powietrza nawiewanego. Zjawisko to pożądane jest z punktu widzenia zużycia energii, jednak z uwagi na wymianę powietrza jest zjawiskiem negatywnym.

W ramach pracy statutowej 05.0.08.00/2.01.01.01.0009 MNSP.IKFB.17.001, w której byłam kierownikiem w latach 2017 – 2018 (zał. 3 pkt. J 1) wspólnie z firmą Klimatechnika s. c. zbudowałam model autorskiego urządzenia do wentylowania pomieszczeń wg patentu PL 228624 B1 (zał. 3 pkt. II C 1.). Zastosowanie nowatorskiego rozwiązania eliminuje konieczność montażu sieci kanałów podłączonych do centrali wentylacyjnej obsługującej cały budynek. Urządzenie może być włączane indywidualnie w miarę potrzeb użytkowników, co pozwala na racjonalne gospodarowanie energią.

Urządzenie zamontowane zostało w pomieszczeniu o wymiarach 3,21x2,97x3m. Był to lokal biurowy użytkowany przez dwie osoby. Badania prowadziłam w warunkach rzeczywistych. Takie niekonwencjonalne podejście jest trudne do realizacji z uwagi na istotny wpływ zachowań użytkowników na wyniki pomiarów. Jednakże badania prowadzone w laboratoriach nie pozwalają na uwzględnienie czynników niezależnych od naukowca, a występujących w trakcie użytkowania budynków. Podczas planowania eksperymentu starannie wybrałam okres, w którym przeprowadzałam pomiary. Ponieważ istotny był wpływ urządzenia na jakość powietrza wewnętrznego konieczne było

wyeliminowanie wymiany powietrza w inny sposób. W okresie letnim niemal przez całą dobę okna w budynkach pozostają otwarte, stąd pominęłam ten okres w analizach i dlatego badania obejmowały jesień – zimą – wiosną.

Ogromna większość obiektów na świecie wentylowana jest w sposób naturalny. Jednocześnie nowo wznoszone budynki są szczelne, a przez to wymagają wentylacji mechanicznej. Działania prowadzące do poprawy jakości powietrza w pomieszczeniu mają zapewniać minimalizację kosztów energii. Oznacza to, iż wymiana powietrza w budynkach nie może być ani zbyt mała, ani zbyt duża. Z tego względu istotne dla jakości powietrza w pomieszczeniu jest uwzględnienie infiltracji i jej wpływu zarówno na wydajność wentylacji, jak i zużycie energii. Obliczenia efektywności infiltracji w dużej mierze zależą od szczelności budynku. Zdecentralizowane urządzenie fasadowe przewiduje dopływ i odpływ powietrza przez nieszczelności pod wpływem wytwarzanego naprzemiennie podciśnienia i nadciśnienia. Mając powyższe na uwadze określiłam szczelność obiektu. Do badania wykorzystałam metodę Blower Door.

Podczas badań parametrów mikroklimatu mierzyłam stężenie ditlenku węgla (z dokładnością do 1ppm), temperaturę powietrza (z dokładnością do 0,1°C) i wilgotność powietrza (z dokładnością do 0,1%). Do tego celu wykorzystałam monitory jakości powietrza wyposażone w dwuwiązkowy czujnik stężenia analizowanego gazu wykorzystujący zależność tłumienia ściśle określonego pasma promieniowania podczerwonego od stężenia ditlenku węgla oraz w miniaturowe czujniki półprzewodnikowe. Jednocześnie dokonywałam pomiaru temperatury (z dokładnością do 0,1°C) i wilgotności (z dokładnością do 0,1%) powietrza zewnętrznego, co pozwoliło mi określić wpływ parametrów zewnętrznych na stan powietrza wewnątrz pomieszczenia. Rejestracji dokonywałam w sposób ciągły, w seriach dwutygodniowych z odstępem 5 minutowym.



Istotnym elementem planowania eksperymentu było określenie miejsc dokonywania pomiaru. Z uwagi na analizę wpływu urządzenia wentylacyjnego na parametry powietrza wewnętrznego musiałam określić znaczenie szczelności stolarki, stąd pierwszym punktem pomiarowym był parapet okienny (PP1). Celem badań była poprawa jakości powietrza z uwagi na jej wpływ, na zdrowie człowieka i wydajność jego pracy, dlatego drugim punktem pomiarowym było miejsce pracy, tzn. biurko (PP2). Ostatnie miejsce lokalizacji czujnika, stanowiło środek strefy przebywania ludzi i znajdowało się w centralnym punkcie pomieszczenia (PP3) wyznaczonym na podstawie punktu przecięcia jego przekątnych.

Podczas badań stosowałam trzy nastawy cyklu pracy urządzenia. Zmieniałam czas trwania cyklu nawiewnego/wywiewnego i wynosił on 2 minuty, 4 minuty oraz 10 minut. Zastosowanie czasu krótszego niż 2 minuty nie pozwala na efektywne usuwanie zanieczyszczeń. Z kolei wydłużenie czasu nastawy może powodować dyskomfort w postaci odczuwania przeciągu.

Kolejną istotną kwestią jest umieszczenie elementu końcowego. Zlokalizowałam, go na wysokości 1,1m, tzn. w strefie przebywania ludzi. Umieszczenie go wyżej zmniejszyłoby ryzyko odczuwania przeciągu jednak relatywnie krótki czas nawiewu, mimo dużej prędkości, byłby niewystarczający dla rozcieńczenia zanieczyszczeń w miejscu pracy (miejscu ich powstawania). Z kolei lokalizacja bliżej podłogi skutkowałaby negatywnym odczuciem omywania stóp chłodnym powietrzem.

Pierwszym etapem badań była analiza wpływu warunków zewnętrznych na parametry powietrza wewnątrz pomieszczeń. Przebieg zmian temperatury powietrza w czasie, w każdym z trzech punktów pomiarowych wykazał niewielkie wahania. W każdym z cykli pomiarowych porównałam wartości temperatury wewnętrznej z zewnętrzną. Analiza wykazała, iż mimo zmieniającej się temperatury powietrza zewnętrznego w pomieszczeniu w punkcie PP2 oraz PP3

uzyskane wartości spełniały wymagania komfortu cieplnego. Z kolei w punkcie PP1 zarejestrowałam najniższe wartości. Analogiczne wyniki uzyskałam przed zamontowaniem urządzenia do wentylowania pomieszczeń. Oznacza to, iż nawiew powietrza o niskiej temperaturze, czerpanego bezpośrednio z zewnątrz, nie wpływa na wychładzanie pomieszczenia. Z kolei przyczyną najniższych wartości zarejestrowanych w punkcie PP1 jest napływ zimnego powietrza zewnętrznego przez nieszczelności w stolarnie okiennej oraz przenikanie ciepła przez okno.

Analizie poddałam również wpływ długości czasu nawiewu/wywiewu na wartość analizowanego parametru. Mimo doprowadzania powietrza o niskiej temperaturze i bez względu na długość czasu realizacji nawiewu (2 minuty, 4 minuty, 10 minut) parametr w pomieszczeniu wykazywał stabilność.

Podobnie analizie poddałam wilgotność powietrza wewnętrznego. Zmierzony, w trzech punktach pomieszczenia, parametr wykazał niewielką zmienność. Podobnie jak w przypadku temperatury nie zaobserwowałam wpływu wilgotności powietrza zewnętrznego na wartość parametru wewnątrz pomieszczeń mimo, iż wilgotność powietrza na zewnątrz była dużo wyższa. Najwyższe zarejestrowane wartości analizowanego parametru wystąpiły w punkcie PP1. Co również w tym przypadku oznacza wpływ infiltracji/eksfiltracji na wilgotność powietrza wewnętrznego. Jednocześnie różnica pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi była niewielka, w szczególności pomiędzy punktem PP2, a PP3.

Element końcowy zdecentralizowanego urządzenia do wentylowania pomieszczeń zlokalizowany był w strefie przebywania ludzi, co może nieść ze sobą ryzyko wystąpienia przeciągów, dlatego istotną była analiza prędkości powietrza. Mimo, iż analiza temperatury nie wykazała wychładzania pomieszczenia, ruch powietrza może być odbierany jako zjawisko negatywne.

Mając powyższe na uwadze w drugim etapie dokonałam pomiaru prędkości i wielkości strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego

dla trzech zastosowanych nastaw czasu nawiewu/wywiewu (2 minuty, 4 minuty i 10 minut). Do pomiaru wykorzystałam balometr o dokładności pomiaru przepływu $1\text{m}^3/\text{h}$ oraz prędkości $0,01\text{m/s}$. Rejestracja miała charakter ciągły z krokiem czasowym 1 sekunda. Przeprowadziłam 22 serie dla każdego cyklu i każdej nastawy.

Prędkość powietrza zmieniała się w czasie, w momentach przełączania cyklu. Po przełączeniu następowała jej stabilizacja. Uzyskiwana wartość prędkości była wyższa od zalecanej w strefie przebywania ludzi. Jednak mając na uwadze czas, w którym wartość parametru była przekraczana (90 sekund dla nastawy 2 minuty, 200 sekund dla nastawy 4 minuty oraz 580 sekund dla nastawy 10 minut) oraz nawiew wzdłuż ściany podczas, którego struga zmniejsza swą prędkość i zwiększa temperaturę przeciąg nie jest odczuwany.

Dalsze wydłużanie czasu nawiewu może jednak skutkować odczuwaniem negatywnego ruchu powietrza. Stąd racjonalnym sposobem wykorzystania urządzenia jest chwilowe wydłużanie czasu nawiewu w przypadku wystąpienia dużych stężeń ditlenku węgla lub w celu usunięcia zwiększonej ilości wilgoci.

Zmierzone wielkości strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego pozwoliły mi na określenie krotności wymian powietrza. Uzyskane wartości były zgodne z określonymi w literaturze wartościami dla tego typu budynków. Dla nastawy 2 minuty były to $2,3\text{h}^{-1}$, dla nastawy 4 minuty $2,4\text{h}^{-1}$, dla nastawy 10 minuty $2,7\text{h}^{-1}$.

Trzecim etapem prowadzonych przeze mnie badań było określenie szybkości rozcieńczenia zanieczyszczeń metodą gazu wskaźnikowego. W powszechnie stosowanej metodzie zaniku stężenia dawka gazu wskaźnikowego podawana jest do pomieszczenia i mieszana z powietrzem celem uzyskania równomiernego stężenia gazu. Po wstrzymaniu wtłaczania gazu następuje rejestracja spadku koncentracji gazu. W warunkach rzeczywistych gaz nie jest mieszany z powietrzem, ale ma nierównomierny rozkład stężenia, zależny od rozmieszczenia źródeł. W pomieszczeniach biurowych, użyteczności publicznej, czy

mieszkalnych, emisja zanieczyszczeń pochodzi od człowieka i nie wiąże się z rozcieńczaniem zanieczyszczeń w całej objętości powietrza, ale powstaje punktowo w miejscu przebywania. Wprowadzona przeze mnie zmiana polegała na doprowadzeniu gazu w miejscu pracy użytkowników pomieszczenia, bez jego mieszania.

Do analizy szybkości rozcieńczenia zanieczyszczeń jako gaz wskaźnikowy wykorzystałam ditlenek węgla. Jego zastosowanie jest dozwolone i jest stosunkowo tanim gazem wskaźnikowym. Nie jest ani wybuchowy, ani toksyczny stąd jego stosowanie nie jest restrykcyjne. Wahania stężenia na zewnątrz można skompensować w obliczeniach szybkości wymiany powietrza.

Do analizy wykorzystałam trzy czujniki CO₂, które w sposób ciągły rejestrowały wartości stężenia gazu w powietrzu wewnętrznym. Interwał pomiaru wynosił 30s. Podobnie jak w pierwszym etapie czujniki były wyposażone w dwuwiązkowy czujnik stężenia analizowanego gazu wykorzystujący zależność tłumienia ściśle określonego pasma promieniowania podczerwonego od stężenia ditlenku węgla, a ich dokładność wynosiła 1ppm. Rozmieszczenie czujników było analogiczne jak w przypadku pomiarów na pierwszym etapie moich badań. Zmierzone wartości stężenia ditlenku węgla pozwoliły mi obliczyć krotność wymian powietrza (ACR) na podstawie czasu zanikania gazu wskaźnikowego. Obliczone wartości krotności wymian odniesiono do wartości referencyjnych określonych na podstawie wielkości strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego z pomieszczenia. Analiza wykazała zgodność krotności wymian w ciągu godziny obliczonej na podstawie metody gazu wskaźnikowego z wielkością określoną na podstawie pomiarów strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego.

W czwartym etapie mojej pracy rozszerzyłam warsztat naukowy o technikę komputerowej mechaniki płynów CFD (Computational Fluid Dynamics) za pomocą programu komputerowego wykorzystującego metodę elementów skończonych. Metodę CFD zaimplementowałam

z powodzeniem do symulacji napływu i rozptyłu powietrza w pomieszczeniu wyposażonym w zdecentralizowane urządzenie do wentylowania pomieszczenia. Opracowałam model geometryczny analizowanego rzeczywistego obiektu. Do weryfikacji modelu CFD wykorzystałam wyniki pomiarów temperatury uzyskane w części badań dotyczących analizy mikroklimatu. Otrzymałam bardzo dużą zbieżność wyników obliczeń w programie z wartościami zmierzonymi (błąd względny bliski zeru). Podsumowaniem tego etapu niech będzie stwierdzenie, iż przygotowanie poprawnego modelu geometrycznego rzeczywistego obiektu oraz siatki numerycznej jest bardzo czasochłonne, ale pozwala na uzyskiwanie wyników obliczeń zgodnych z wynikami pomiarów.

Ostatnim etapem moich badań była analiza statystyczna. Przeprowadziłam dwuczynnikową analizę wariancji do oceny wpływu czasu trwania nawiewu/wywiewu oraz lokalizacji punktu pomiarowego na wielkość redukcji stężenia ditlenku węgla. Uzyskane wyniki pozwoliły mi stwierdzić, iż występowały istotne różnice w wielkości redukcji stężenia CO₂. Największa redukcja stężenia analizowanego gazu nastąpiła dla nastawy 10 minut bez względu na lokalizację punktu pomiarowego. Dalsza analiza statystyczna wykazała istotny efekt interakcji czasu trwania nawiewu/wywiewu oraz lokalizacji punktu pomiarowego. Dlatego w dalszym kroku analizy statystycznej posłużyłam się procedurą testów porównań wielokrotnych. Średnia wartość redukcji stężenia CO₂ dla czasu 10 minut była istotnie wyższa od średniej wartości dla nastaw 4 minuty i 2 minuty. Natomiast przy nastawach 4 minuty i 2 minuty nie różniły się istotnie. Średnia wartość redukcji stężenia CO₂ dla lokalizacji parapet była istotnie wyższa od średniej wartości dla miejsca pracy i punktu centralnego. Natomiast dla lokalizacji miejsca pracy i punktu centralnego wartości nie różniły się istotnie.

Oceniłam również wpływ czasu trwania nawiewu/wywiewu oraz lokalizacji punktu pomiarowego na szybkość redukcji stężenia

ditlenku węgla. Najkrótszy czas redukcji stężenia analizowanego gazu wystąpił dla nastawy 10 minut bez względu na lokalizację punktu pomiarowego. Dalsza analiza statystyczna wykazała istotny efekt interakcji czasu trwania nawiewu/wywiewu oraz lokalizacji punktu pomiarowego. Dlatego w dalszym kroku analizy statystycznej zbadalam istotność wpływu każdego z rozważanych dwóch czynników z osobna na kształtowanie się wartości średnich czasu redukcji stężenia. Wpływ czasu nastawy jest silniejszy, aniżeli lokalizacji punktu pomiarowego. Procedura testów porównań wielokrotnych pozwoliła mi stwierdzić, iż najkrótszy czas redukcji stężenia ditlenku węgla występuje dla nastawy 10 minut, najdłuższy zaś dla nastawy 2 minuty. W przypadku porównań wielokrotnych dla miejsca lokalizacji, najkrótszy czas redukcji wystąpił w miejscu pracy.

Analizie statystycznej poddałam również wyniki pomiarów temperatury. Dokonałam oceny wpływu czasu trwania nawiewu/wywiewu na wartości średnie temperatury. Przeprowadziłam dwuczynnikową analizę wariancji, która pozwoliła mi stwierdzić istotny efekt czasu nawiewu/wywiewu oraz lokalizacji punktu pomiarowego na temperaturę. Temperatura w miejscu pracy była istotnie wyższa, aniżeli dla lokalizacji punkt centralny oraz parapet. Podobnie najwyższa wartość temperatury wystąpiła dla nastawy 2 minuty, a najniższa dla nastawy 10 minut.

Przeprowadzona przeze mnie analiza nie jest kolejnym z masowo podejmowanych eksperymentów i badań odtwórczych, ale nowym podejściem realizacji pomiarów w warunkach rzeczywistych. Przekłada się to na aplikacyjny charakter moich działań naukowych, które mogą zostać wykorzystane zarówno przez innych naukowców, jak również przez producentów urządzeń wentylacyjnych. Prowadzone przeze mnie działania naukowe wykazały, iż poprawa mikroklimatu wewnątrz budynków istniejących poprzez zastosowanie zdecentralizowanych urządzeń wentylacyjnych jest możliwa. Zwiększanie krotności wymian powietrza poprawia jakość powietrza i jego skład. Jednak z uwagi na wydłużający

się czas nawiewu strugi z dużą prędkością wraz z wydłużaniem cyklu nie możliwe jest zwiększanie nastawy w nieskończoność, w związku z ryzykiem wystąpienia przeciągów. Zasadnym staje się zastosowanie w układzie nagrzewnicy powietrza lub grzałki elektrycznej. Ponadto urządzenie wyposażono w skrzynkę przeznaczoną do umieszczenia w niej wymiennika do odzysku ciepła. Takie modyfikacje wyeliminują negatywne odczuwanie ruchu powietrza. Analizy sposobu realizacji odzysku ciepła będą przedmiotem moich dalszych badań nad zdecentralizowanymi, fasadowymi urządzeniami wentylacyjnymi.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1 Przebieg pracy naukowej przed uzyskaniem stopnia doktora

Studia magisterskie rozpoczęłam w roku 2001 na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej na kierunku inżynieria środowiska. W trakcie studiów wybrałam specjalności ogrzewnictwo, wentylacja i termiczna utylizacja odpadów. Pracę magisterską przygotowałam pod kierunkiem dr inż. Jarosława Müllera. Tytuł mojej pracy brzmiał: *Klimatyzacja budynku biurowego z wykorzystaniem belek chłodzących w aspekcie zachowania komfortu cieplnego*. W pracy wykonałam projekt instalacji wyposażonej w belki chłodzące oraz alternatywnie w kratki nawiewne. Przeprowadziłam obliczenia i symulacje wskaźnika komfortu cieplnego PMV (predicted mean vote). Pracę magisterską obroniłam z wynikiem bardzo dobrym w lipcu 2006 roku otrzymując tytuł magistra inżyniera. Wyniki uzyskane w pracy magisterskiej pozwoliły mi na opracowanie publikacji i zaprezentowanie jej w roku 2007 na Konferencji Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce (zał. 3 pkt. II L 20).

W roku ukończenia studiów, w październiku podjęłam pracę na stanowisku asystenta w Politechnice Świętokrzyskiej na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska (obecnie podzielonym na Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki oraz Wydział Budownictwa

i Architektury). Promotorem mojej pracy doktorskiej był Pan prof. dr hab. inż. Zbigniew Jerzy Piotrowski. Zadaniem naukowym mojej rozprawy było opracowanie metodologii obliczania strumieni powietrza wentylacyjnego. Metoda ta bilansuje pomieszczenie uwzględniając strumienie powietrza dopływające przez nieszczelności w otworach okiennych i drzwiowych oraz usuwane przez kanały wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej. Metoda pozwala uwzględnić wpływ wiatru powodujący zmianę funkcji nieszczelności, tzn. eksfiltrację zamiast infiltracji. Opracowana metoda pozwala na sformułowanie układu równań, których liczba zależy od liczby otworów w obiekcie. W obliczeniach uwzględnia się ciśnienie wytwarzane przez wiatr, ciśnienie wyporu hydrostatycznego oraz ciśnienie wytworzone przez wentylator (w przypadku zastosowania wentylacji mechanicznej).

Początkowe prace nad doktoratem polegały na analizie stanu powietrza w pomieszczeniach istniejących. Podczas realizacji wstępnych badań uzyskałam finansowanie z środków krajowych na realizację pracy statutowej nr 2.25/8.54, w której byłam kierownikiem (zał. 3 pkt. II J 6). Pierwszą opublikowaną pracą był artykuł wygłoszony na międzynarodowej konferencji Indoor Air w roku 2008 w Kopenhadze (zał. 3 pkt. II L 17). Dotyczył on analizy jakości powietrza w pomieszczeniach wyposażonych w dwufunkcyjne podgrzewacze wody. Badania obejmowały poziom stężenia ditlenku węgla, wilgotności oraz prędkości powietrza w kratkach wywiewnych. Parametry powietrza nie spełniały kryterium komfortu. Jako rozwiązanie zaproponowałam wykorzystanie dolnych odcinków kanałów wentylacyjnych do nawiewu powietrza. Analiza po wprowadzeniu modyfikacji wykazała obniżenie wartości rejestrowanych parametrów. Wyniki prowadzonych badań wstępnych przedstawiłam również na konferencji międzynarodowej SolPol 2008 w Warszawie (zał. 3 pkt. II L 19). Prowadzone badania jednoznacznie wskazywały na zaburzenia mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń ze szczelną stolarką okienną i drzwiową. Na opracowanie koncepcji poprawy jakości powietrza wewnętrznego uzyskałam

finansowanie z środków krajowych. Realizowałam pracę statutową nr 2.25/8.57 jako jej kierownik (zał. 3 pkt. II J 2). Celem poprawy parametrów powietrza w budynkach wykorzystałam indywidualny system nawiewny, a wyniki jego zastosowania opisałam w artykułach (zał. 3 pkt. II E 20, pkt. II E 21, pkt. II E 24 i pkt. II E 26) i zaprezentowałam na międzynarodowej konferencji *Problemy budownictwa mieszkaniowego i przemysłowego w dobie postępu technicznego* w 2008 roku w Warszawie (zał. 3 pkt. II L 18).

W prowadzonych pracach nad doktoratem analizowałam ponadto rozkład temperatury w przestrzeni dachów wentylowanych (zał. 3 pkt. II E 22 i pkt. II E 25). Prowadzone badania pozwoliły mi poznać wpływ wiatru na rozkład ciśnienia w przestrzeni dachu oraz opracować sposób obliczania temperatury, co w późniejszym etapie pozwoliło mi na opracowanie metodologii będącej celem naukowym doktoratu.

Badania prowadzone przeze mnie obejmowały również wpływ warunków zewnętrznych na stan powietrza wewnątrz pomieszczeń. W tym celu przeprowadziłam analizę powietrza w budynku zlokalizowanym w pobliżu wielopoziomowego parkingu (zał. 3 pkt. II E 23).

W dalszej części skupiłam się na budynku wielorodzinnym, gdzie prowadzone przeze mnie badania współfinansowane były z środków UE (zał. 3 pkt. II J 4). Działania objęte były projektem badawczym: *Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju* realizowanym w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet 1 Badania i Rozwój Nowoczesnych Technologii, Działanie 1.1 Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy, Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych zgodnie z umową POIG 01.01.02 – 10 – 106/09 (Pakiet tematyczny – PT 7.5). Byłam członkiem zespołu, a moim zadaniem było opracowanie koncepcji

i metodologii badań oraz przeprowadzenie pomiarów, ich analiza i wnioski oraz opracowanie modelu matematycznego (zał. 3 pkt. II E 19). Uzyskane wyniki prezentowałam w latach 2011 i 2012, w Łodzi na konferencjach krajowych pn. Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju (zał. 3 pkt. II E 16 i pkt. II E 18).

Przeprowadzone przeze mnie badania pozwoliły mi na sfinalizowanie rozprawy doktorskiej, którą z wynikiem pozytywnym obroniłam w grudniu 2012 roku. Prowadzone przeze mnie prace zostały docenione przez Rektora Politechniki Świętokrzyskiej, który przyznał mi nagrodę trzeciego stopnia za rozprawę doktorską (zał. 3 pkt. II K 3).

5.2 Przebieg pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora nadal pracowałam na stanowisku asystenta naukowo – dydaktycznego w Katedrze Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, a od maja 2012 roku na stanowisku adiunkta. Jednocześnie bezpośrednio po obronie pracy doktorskiej zostałam kierownikiem merytorycznym Projektu „Rozwój przedsiębiorczości w oparciu o efektywne wykorzystanie energii – szkolenia dla pracowników i kadry zarządzającej mikro – małych – średnich przedsiębiorstw w woj. Świętokrzyskim” realizowanym w ramach POKL, Priorytet VIII. Regionalne kadry gospodarki, Działanie 8.1.1 Wspieranie rozwoju kwalifikacji zawodowych doradztwo dla przedsiębiorstw na podstawie umowy UDA – POKL.08.01.01. – 26 – 089/12 - 00 (zał. 4 pkt. F 1).

Bezpośrednio po doktoracie nadal zajmowałam się mikroklimatem wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, a wyniki badań opublikowałam w czasopiśmie *Structure and Environment* (zał. 3 pkt. II E 14) oraz *Budownictwo i Architektura* (zał. 3 pkt. II E 15). Ponadto w roku 2013 byłam współautorem rozdziału monografii *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce* (zał. 3 pkt. II F 1).

W kolejnym etapie mojej działalności naukowej skupiłam się na zanieczyszczeniach wydzielanych w pomieszczeniach bytowych, pochodzących głównie od ludzi. Jednocześnie analizy wzbogaciłam o stan mikrobiologiczny powietrza, co skutkowało kolejnymi publikacjami (zał. 3 pkt. II E 8 i pkt. II E 13).

Drugim kierunkiem mojej działalności są zagadnienia związane z fizyką budowli. W tym zakresie na podstawie umowy PWG/RSI/01-3/2013 byłam członkiem zespołu badawczego w pracy badawczej *Badania przegród budowlanych z izolacją refleksyjną* realizowanej w ramach projektu *Perspektywy Regionalne Strategie Innowacji Świętokrzyskie – IV etap*, nr WND-POKL.08.02.02-26-001/12; Zadanie 5 Kreowanie nowych form współpracy nauki z biznesem, pozycja 108 (uprzednio poz. 106) Prace naukowo – badawcze pod kątem rozwoju branż regionu, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2 Regionalne strategie innowacji (zał. 3 pkt. II J 3), której efektem były kolejne publikacje, w których byłam współautorem (zał. 3 pkt. II E 11 i pkt. II E 12).

W roku 2014 na podstawie umowy PWG/RSI/10-2/2014 byłam członkiem zespołu badawczego w pracy badawczej pt.: *Badania skuteczności filtrów elektrostatycznych dla wentylacji* realizowanej w ramach projektu *Perspektywy Regionalne Strategie Innowacji Świętokrzyskie – IV etap*, nr WND-POKL.08.02.02-26-001/12; Zadanie 5 Kreowanie nowych form współpracy nauki z biznesem, pozycja 110 Prace naukowo – badawcze pod kątem rozwoju branż regionu, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2 Regionalne strategie innowacji (zał. 3 pkt. II J 2).

Przy współpracy z Wydziałem Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej powstała kolejna publikacja, której tematem była analiza komfortu cieplnego pomieszczeń wyposażonych w kominek (zał. 3 pkt. II E 4 i pkt. II E 10).

Prowadzone przeze mnie analizy i badania powietrza wewnętrznego i stosowanych rozwiązań w budynkach skutkowały dalszymi publikacjami

(zał. 3 pkt. II E 9) w tym dwiema z listy JCR (zał. 3 pkt. II A 1 i pkt. II A 2). W zakresie analiz mikroklimatu wewnątrz współpracowałam ze studentami. Byłam promotorem dwóch wyróżnionych prac magisterskich, których efektem była wspólna publikacja (zał. 3 pkt. II E 1).

W ramach moich prac naukowych analizowałam wpływ zmian wprowadzanych w budynkach na mikroklimat wewnątrz. Przeprowadziłam badania obiektów poddanych termomodernizacji (zał. 3 pkt. II E 7), która nie uwzględniała wpływu wprowadzonych zmian na ograniczenie krotności wymian powietrza oraz obiektów, gdzie zamontowano wentylację pożarową, która nie była obojętna dla pracy wentylacji ogólnej budynku (zał. 3 pkt. II E 3).

Podsumowaniem analiz powietrza wewnętrznego była monografia opublikowana przez Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej *Indywidualne systemy nawiewne. Badania-Obliczenia-Realizacje.* (zał. 3 pkt. II E 6)

Głównym celem prowadzonych przeze mnie badań było opracowanie sposobu na dalszą poprawę stanu powietrza w pomieszczeniach. W większości budynków istniejących nie ma możliwości wprowadzenia systemu kanałów i zastosowania pełnej wentylacji mechanicznej, a sama wentylacja wywiewna ma duży wpływ na energochłonność budynku. Jednocześnie przeprowadzone badania przy współpracy Wydziału Budownictwa i Architektury wykazały, iż zwiększanie strumienia powietrza dopływającego do pomieszczenia poprzez otwieranie nawiewników okiennych redukuje stężenie zanieczyszczeń, przy jednoczesnym obniżeniu odczuwania komfortu cieplnego użytkowników (zał. 3 pkt. II E 5). Wskazywało to na istotę potrzeby wprowadzenia zmian. Nabyte doświadczenia i obserwacja pozwoliły mi na opracowanie urządzenia do wentylowania pomieszczeń. Rozwiązanie to zostało zgłoszone jako wniosek patentowy do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej i uzyskało ochronę prawną, a w roku 2017 został przyznany patent na wynalazek (PL 228624 B1)

(zał. 3 pkt. II C 1.). Analiza pracy rozwiązania stała się głównym przedmiotem moich badań po doktoracie.

Jako kierownik pracy statutowej 05.0.08.00/2.01.01.01.0009 MNSP.IKFB.17.001 (zał. 3 pkt. II J 1) utworzyłam stanowisko laboratoryjne do badania urządzeń wentylacji fasadowej. Na utworzonym stanowisku przeprowadziłam badania nad prototypem urządzenia do wentylowania pomieszczeń (zał. 3 pkt. II B 1).

Podczas mojej pracy naukowej zapoznałam się z metodologią obliczeń CFD, co pozwoliło mi na zbudowanie modelu numerycznego urządzenia i przeprowadzenie obliczeń i symulacji, które zweryfikowałam dzięki badaniom terenowym nad prototypem urządzenia.

Po nawiązaniu kontaktu z Politechniką Warszawską i panią dr hab. inż. Dorotą Chwieduk, prof. PW w roku 2018 zostałam powołana na promotora pomocniczego (Uchwała Rady Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej nr 105/XXII/2018) w przewodzie doktorskim pana mgr inż. Kamila Różyckiego. W ramach pracy naukowej pt. *Zarządzanie energią w wieloźródłowym zintegrowanym systemie energetycznym budynku* doktorant K. Różycki analizuje energooszczędny budynek wyposażony w odnawialne źródła energii i poszukuje najbardziej efektywnego rozwiązania.

W ramach współpracy międzynarodowej wzięłam udział w programie Erasmus+ na podstawie umowy nr KK – SE/45/2017 (zał. 4 pkt. A 1). Mój udział polegał na stażu w Uczelni zagranicznej – Uniwersytet w Żylinie. Podczas pobytu na Słowacji prowadziłam zajęcia ze studentami oraz uczestniczyłam w badaniach prowadzonych przez naukowców. Staż pozwolił mi na poznanie nowych technik badawczych w ramach dziedziny fizyka budowli.

W ramach współpracy z instytucjami nie będącymi jednostkami naukowymi byłam doradcą w zakresie projektowania i wykonywania instalacji wentylacji i klimatyzacji w budynku Zakładu Ubezpieczeń Społecznych w Kielcach zgodnie z umową nr 8000235930 (zał. 4 pkt. M 1). Doświadczenie naukowe pozwoliło mi z powodzeniem

poprowadzić instytucję przez proces projektowania, jednocześnie poszerzając moją wiedzę, którą mogę wykorzystać w pracy dydaktycznej.

Ponadto po nawiązaniu współpracy z firmą EPRD Biuro Polityki Gospodarczej i Rozwoju Regionalnego Sp. z o.o. jako ekspert zewnętrzny przeprowadziłam recenzje czterech wniosków dla instytucji Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) w konkursie *Polski Produkt Przyszłości* w latach 2017 i 2018 zgodnie z podpisanymi umowami o współpracy (EPRD/2017/048/EZ/02 oraz EPRD/2018 – 039/01/EZ) (zał. 4 pkt. O 1).

Realizowane przeze mnie prace naukowe były również zlecane przez przemysł (zał. 4 pkt. M 2, pkt. M 3, pkt. M 4 i pkt. M 5). W wyniku takiej współpracy z firmą Aluco System sp. z o.o. (umowy nr 0.07/1.04; 1/2017; 1/02/18 oraz 2/02/18) przeprowadziłam badania oraz opracowałam algorytmy i przygotowałam kalkulatory w środowisku Basic służące do doboru świetlików dachowych oraz klap dymowych.

W dalszym ciągu prac badawczych w związku z napływającymi zapytaniami z przemysłu wspólnie z firmą AMN Projekt Andrzej Nowakowski doprowadziłam do wdrożenia opatentowanego urządzenia (PL 228624 B1) na podstawie umowy o wdrożenie nr 15/KFB/2018 (zał. 3 pkt. II B 2).

Obecnie tworzę kolejne stanowisko, tym razem do badania efektywności odzysku ciepła w wymiennikach, które mogą być stosowane w zdecentralizowanych urządzeniach wentylacyjnych. Stanowisko pozwoli mi zbadać szereg różnych rozwiązań, które poddam również modelowaniu CFD.

W związku z realizacją przez Politechnikę Świętokrzyską projektu CENWIS (*Centrum Naukowo – Wdrożeniowe Inteligentnych Specjalizacji Regionu Świętokrzyskiego*) realizowanym w ramach Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014 – 2020, Priorytet 1 Innowacje i nauka, Działanie 1.1 Wsparcie Infrastruktury B+R Regionalnego, zgodnie z umową RPSW.01.01.00 – 26 – 0001/17 –

00) zostałam kierownikiem laboratorium Prototypowania i Eksploatacji Technologii i Instalacji Odnawialnych Źródeł Energii, w ramach którego tworzę stanowiska do analiz mikroklimatu wnętrz, właściwości cieplnych materiałów budowlanych, efektywności kolektorów słonecznych oraz turbin wodnych (zał. 4 pkt. Q 1). Z uwagi na szeroki zakres tematyki laboratorium współpracuję w tym zakresie ze specjalistami: panem prof. dr hab. inż. Jerzym Z. Piotrowskim oraz panem dr hab. inż. Zbigniewem Gorycą, prof. PŚk.

W ramach pracy w Politechnice Świętokrzyskiej poza prowadzeniem działalności naukowej byłam recenzentem dwóch artykułów na zaproszenie redakcji i komitetów organizacyjnych konferencji międzynarodowych z listy Web of Science oraz jednego artykułu dla czasopisma z listy JCR posiadającego $IF=2,037$ (zał. 4 pkt. P 1, P 2 i P 3).

Moja obecna działalność naukowa pozostaje związana z mikroklimatem wnętrz oraz symulacjami CFD, jednak poszerzona jest o efektywność energetyczną odzysku ciepła na potrzeby realizacji wymiany powietrza.

5.3 Podsumowanie dorobku naukowego

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora byłam współautorem ośmiu artykułów, ośmiu publikacji zamieszczonych w materiałach konferencyjnych. Byłam wykonawcą w projekcie badawczym finansowanym ze środków UE oraz kierownikiem dwóch prac statutowych (2.25/8.54 oraz 2.25/8.57) finansowanych z środków krajowych. Współpracowałam z przemysłem w ramach realizacji projektów instalacji sanitarnych, wentylacji i klimatyzacji oraz ogrzewnictwa (zał. 4 pkt. M 6; M 7 i M 8).

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora mój dorobek został przedstawiony w postaci 17 publikacji z czego dwie to artykuły wyróżnione w bazie Journal Citation Reports Web of Science (JCR) i jednocześnie znajdujące się na liście A MNiSW, dwóch monografiach, jednym współautorstwie rozdziału monografii, siedmiu publikacjach nie

wyróżnionych w bazie JCR, ale znajdujących się na liście B MNiSW, pięciu publikacjach zreferowanych na konferencjach międzynarodowych, objętych punktacją i znajdujących się w bazie Web of Science.

Byłam współautorem jednego patentu PL 228624 B1 na wynalazek z udziałem 80%.

Byłam kierownikiem jednej pracy statutowej 05.0.08.00/2.01.01.01.0009 MNSP.IKFB.17.001 finansowanej z środków krajowych. Uczestniczyłam w dwóch projektach badawczych: *Badania skuteczności filtrów elektrostatycznych dla wentylacji* (umowa PWG/RSI/10-2/2014) oraz *Badania przegród budowlanych z izolacją refleksyjną* realizowanej (umowa PWG/RSI/01-3/2013). Byłam kierownikiem merytorycznym jednego projektu: *Rozwój przedsiębiorczości w oparciu o efektywne wykorzystanie energii – szkolenia dla pracowników i kadry zarządzającej mikro – małych – średnich przedsiębiorstw w woj. świętokrzyskim*. Byłam doradcą instytucji państwowej ZUS (umowa nr 8000235930) z zakresu wentylacji i klimatyzacji. Realizowałam badania zlecone dla podmiotów gospodarczych, współpracowałam z firmami Aluco System sp. z o. o., AMN Projekt Andrzej Nowakowski oraz Klimatechnika s. c.

Mój średni udział w opublikowanych pracach wynosi 61,71%.

Sumaryczny Impact Factor (IF) moich publikacji zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 4,074. Sumaryczna liczba punktów wszystkich publikacji wg punktacji MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 273,2, zaś publikacji z listy A MNiSW wynosi 60.

Mój dorobek naukowy zestawiałam w tabelach 1 – 5.

Tabela 1 Ilościowe zestawienie dorobku naukowego

Lp.	Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
1	Publikacje w czasopismach z listy A MNiSW indeksowane w bazie JCR	-	2	2
2	Monografie	-	2	2
3	Rozdziały w monografiach	-	1	1
4	Publikacje w czasopismach z listy B MNiSW nieindeksowane w bazie JCR	4	7	11
5	Publikacje pokonferencyjne indeksowane w bazie WoS	-	5 (+1)*	5 (+1)
6	Publikacje w materiałach konferencyjnych	9	1	10
	Publikacje w czasopismach niepuktowanych	2	-	2
7	Udzielone patenty	-	1	1
	Opracowania badawcze niepublikowana			
	- badania realizowane w ramach projektów badawczych	1	2	3
	- badania realizowane na rzecz podmiotów gospodarczych	3	4	7
	- badania realizowane na rzecz instytucji państwowych	-	1	1
	- badania realizowane w ramach działalności statutowej	2	1	3
	- kierowanie projektem finansowanym ze środków UE	-	1	1
9	Otrzymane nagrody i wyróżnienia	-	3	3

*w nawiasie pozycja przyjęta do druku

Tabela 2 Wykaz czasopism i wydawnictw, w których opublikowano oryginalne prace naukowe – po doktoracie

Lp.	Rodzaj czasopisma lub wydawnictwa	Liczba opublikowanych prac	Język publikacji
Czasopisma z listy A MNiSW indeksowane w bazie JCR			
1	International Journal of Environmental Science and Technology	2	angielski
Czasopisma z listy B MNiSW nieindeksowane w baizie JCR			
2	Structure and Environment	5	angielski
3	Budownictwo i Architektura	2	polski
Materiały z konferencji międzynarodowych zarejestrowane w Web of Science			
4	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2 (+1)*	angielski
5	Procedia Engineering	2	angielski
6	EPJ Web of Conferences. Proc of International Conference Experimental Fluid Mechanics	1	angielski
Monografie			
7	Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej	2	polski
Rozdziały w monografii			
8	Instytut Fizyki Budowli Katarzyna i Piotr Klemm S.C., Łódź	1	polski

*w nawiasie pozycja przyjęta do druku

Tabela 3 Zestawienie wygłoszonych referatów na konferencjach naukowych – po doktoracie

Konferencje międzynarodowe	Konferencje krajowe
7	3

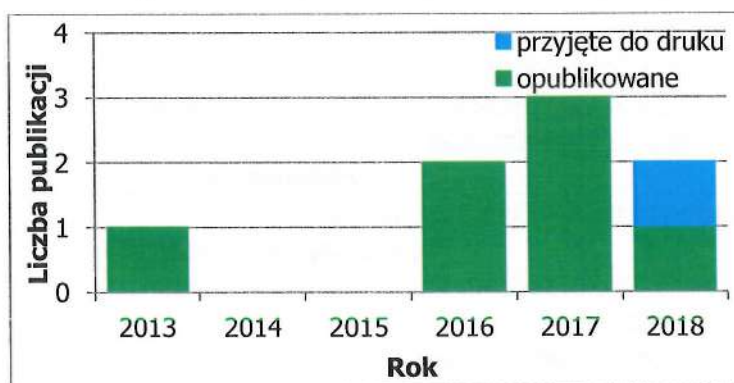
Tabela 4 Wskaźniki dorobku naukowego

	Web of Science	Scopus	Google Scholar	Research Gate
Całkowita liczba cytowań	5	4	27	17
Liczba cytowań bez autocytowań	3	-	-	-
Liczba artykułów w bazie	7	5	32	19
Index Hirsha	2	2	3	2

Tabela 5 Wskaźniki dorobku naukowego wg roku

Lp.	Nazwa czasopisma z rokiem publikacji	Impact Factor z roku opublikowania	Pięcioletni Impact Factor	Punkty MNiSW
1	International Journal of Environmental Science and Technology 2017	2,037	2,152	30
2	International Journal of Environmental Science and Technology 2018	2,037	2,152	30

Ilość publikacji w poszczególnych latach wg bazy Web of Science przedstawiłam na wykresie 1.



Wykres 1 Ilościowe zestawienie indeksowanych publikacji w poszczególnych latach wg Web of Science po doktoracie

6. Podsumowanie osiągnięć i dorobku zawodowego

6.1 Działalność dydaktyczna i popularyzatorska

Działalność dydaktyczną prowadzę od początku zatrudnienia na Politechnice Świętokrzyskiej, czyli od roku 2006. Prowadziłam zajęcia na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki PŚk na studiach pierwszego i drugiego stopnia z przedmiotów: Wentylacja i klimatyzacja, Wentylacja i klimatyzacja I, Wentylacja i klimatyzacja II, Wentylacja i klimatyzacja III, Inżynieria środowiska wewnętrznego, Ogrzewnictwo I, Ogrzewnictwo II, Urządzenia grzewcze i wentylacyjne, Instalacje wentylacji i klimatyzacji, Termodynamika techniczna, Technika cieplna, Miernictwo ciepło – przepływowe, Ciepłownictwo, Systemy chłodnicze, Odnawialne źródła energii, Instalacje solarne i wiatrowe, Fizyka budowli, Podstawy energetyki, Renewable energy heating system, Renewable

energy, Energetyka odnawialna, Wykład monograficzny (w języku angielskim), Pompy ciepła i kolektory słoneczne. Wśród prowadzonych zajęć były wykłady, ćwiczenia, projekty, laboratoria. Zajęcia realizuję zarówno na studiach stacjonarnych, jak i niestacjonarnych.

Zajęcia prowadzę również na Wydziale Budownictwa i Architektury z przedmiotów: Wykorzystanie energii odnawialnej w budownictwie oraz Ogrzewanie, wentylacji i klimatyzacja. Zajęcia obejmują wykłady i projekty, i są realizowane na drugim stopniu studiów stacjonarnych.

Dla przedmiotów będących w programie studiów na kierunkach inżynieria środowiska oraz odnawialne źródła energii opracowałam karty modułów.

Jestem autorem instrukcji laboratoryjnych dla Stanowiska nawiewników sufitowych oraz Stanowiska c.o. i c.w.u. w Laboratorium regulacji, wymiany i odzysku ciepła (zał. 4 pkt. I 6).

Od początku mojej pracy w Politechnice Świętokrzyskiej dużo uwagi poświęcałam dydaktyce i opiece naukowej nad studentami. Byłam promotorem 34 prac inżynierskich i 31 prac magisterskich. Dwie z prowadzonych przeze mnie prac magisterskich zostały wyróżnione, a uzyskane w nich wyniki opublikowane w czasopiśmie z list B MNiSW. Wykonałam recenzje łącznie 39 prac dyplomowych. Ponadto w latach 2014 – 2016 byłam opiekunem roku studentów stopnia II na kierunku inżynieria środowiska na roku I i II studiów stacjonarnych, na specjalnościach: Ogrzewnictwo i wentylacja, Sieci i instalacje sanitarne, Instalacje i systemy ochrony środowiska oraz Zaopatrzenie w wodę, unieszkodliwianie ścieków i odpadów, jak również na studiach niestacjonarnych na roku I i II, na specjalności Ogrzewnictwo i wentylacja. W obecnym roku akademickim 2018/2019 jestem opiekunem pierwszego roku studiów stacjonarnych na kierunku odnawialne źródła energii.

Moja działalność dydaktyczna nie ograniczała się jedynie do pracy ze studentami studiów I i II stopnia. Prowadziłam zajęcia również na studiach podyplomowych pn.: *Audyt energetyczny* prowadzonych przez

Politechnikę Świętokrzyską w ramach działalności dydaktycznej (4 edycje zał. 4 pkt. I 11), w ramach projektu *Program Rozwojowy Potencjału Dydaktycznego Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach: kształcenie na miarę sukcesu*. Program operacyjny Kapitał Ludzki (2 edycje zał. 4 pkt. I 10), w ramach działalności jednostki Centrum Kształcenia Ustawicznego (3 edycje zał. 4 pkt. I 12). Jak również na kursach *Audytor/ka energetyczny* prowadzonych w ramach projektu *Energia przyszłości* (5 edycji zał. 4 pkt. I 13) oraz *Nowoczesne trendy ekologiczne w budownictwie* w ramach projektu *Eko – Trendy* (3 edycje zał. 4 pkt. I 14) realizowanych przez Lecha Consulting Sp. z o.o. oddział w Kielcach. Prowadziłam także wykłady, a na zakończenie przeprowadziłam egzamin w ramach szkolenia *Audyt i Świadectwo Energetyczne* dla Stowarzyszenia Forum Pracodawców w ramach projektu *Kadra Przyszłości*. Program Operacyjny Kapitał Ludzki. Poddziałanie 8.1.1 (1 edycja zał. 4 pkt. I 15).

Moja działalność dydaktyczna objęła również uczniów szkół średnich. Prowadziłam zajęcia laboratoryjne w ramach projektu *Specjalizacja zawodowa dla branży horyzontalnej – zrównoważony rozwój energetyczny na potrzeby świętokrzyskiego przemysłu* w ramach Osi 8 Rozwój edukacji i aktywne społeczeństwo. Poddziałanie 8.5.1 Podniesienie jakości kształcenia zawodowego oraz wsparcie na rzecz tworzenia i rozwoju CKZiU, Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego Zadanie 7 Realizacja zajęć dla uczniów w zakresie horyzontalnej specjalizacji województwa świętokrzyskiego – zrównoważony rozwój energetyczny poprzez dostęp do bazy dydaktycznej/laboratoriów i kadry naukowej uczelni wyższej (1 edycja zał. 4 pkt. I 16). Ponadto w ramach programu Erasmus+ prowadziłam zajęcia dla uczniów z różnych krajów Europy w ramach współpracy z Liceum Ogólnokształcącym im. Marii Curie – Skłodowskiej w Kazimierzy Wielkiej (1 edycja zał. 4 pkt. A 2).

W ramach działalności dydaktycznej prowadziłam zajęcia dla nauczycieli szkół średnich na podstawie umowy z Samorządowym

Ośrodkiem Doradztwa Metodycznego i Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach (1 edycja zał. 4 pkt. I 17).

Prowadzona przeze mnie działalność dydaktyczna pozwala na przekazywanie wiedzy i wyników badań, a także doświadczeń studentom i młodym naukowcom, za co zostałam wyróżniona zespołową nagrodą Rektora Politechniki Świętokrzyskiej III stopnia w roku 2018.

6.2 Działalność organizacyjna

W ramach działań organizacyjnych Politechniki Świętokrzyskiej współpracowałam przy przygotowaniu wniosku o dofinansowanie projektu *Program Rozwoju Kompetencji studentów kierunku Odnawialne Źródła Energii Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach* w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój. Oś III Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju. Działanie 3.1 Kompetencje w szkolnictwie wyższym (zał. 4 pkt. I 7). W ramach projektu obecnie prowadzę zajęcia projektowe służące zapoznaniu studentów z metodami badań prowadzonymi w dziedzinie ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji (zał. 4 pkt. I 17).

Byłam członkiem Zespołu przygotowującego ankietę do parametryzacji Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki na lata 2008 – 2012. W roku 2016/2017 byłam członkiem Zespołu przygotowującego raport samooceny kierunku inżynieria środowiska za lata 2012 – 2016.

W latach 2012 – 2016 byłam członkiem Wydziałowej Komisji Wyborczej Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki.

Na lata 2012 – 2020 zostałam powołana na członka Zespołu Wydziałowego do spraw Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki. W zakresie moich obowiązków było sprawdzanie kart modułów oraz tworzenie matrycy pokrycia efektów kształcenia. Jestem odpowiedzialna za analizę ankiet oceny nauczycieli akademickich dokonywanej anonimowo przez studentów.

Obecnie moje działania związane z pracą w Politechnice Świętokrzyskiej nie ograniczają się do nauki i dydaktyki, ale cały czas biorę czynny udział w organizacji funkcjonowania Uczelni oraz nawiązywania jej współpracy z przemysłem, za co zostałam wyróżniona w roku 2018 przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej, który przyznał mi Brązowy Medal Za Długoletnią Służbę.

Bibliografia

1. Ben – David T., Michael S. *Waring Impact of natural versus mechanical ventilation on simulated indoor air quality and energy consumption in offices in fourteen U.S. cities.* Building and Environment 104(2016) 320 – 336
2. Colbeck I., Sidra S., Ali Z., Ahmed S., Nasir Z. A. *Spatial and temporal variations in indoor air quality in Lahore, Pakistan* International Journal of Environmental Science and Technology (2018), str. 1 – 8 <https://doi.org/10.1007/s13762-018-1693-z>
3. Dermentzis G., Ochs F., Siegele D., Feist W. *Renovation with an innovative compact heating and ventilation system integrated into the façade –An in-situ monitoring case study* Energy & Buildings, 165 (2018), str. 451 – 463
4. Fisk W. J., Mirer A. G., Mendell M. J. *Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates.* Indoor Air, Vol. 19, pp. 159 – 165, 2009 [doi:10.1111/j.1600-0668.2008.00575.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00575.x)
5. Mijakowski M. *Wilgotność powietrza w relacjach człowiek, środowisko wewnętrzne, architektura* Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce, 2005, str. 105 – 121
6. Miśkiewicz P. *Jakość powietrza wewnętrznego – perspektywa światowej organizacji zdrowia.* Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce, 2005, str. 137 – 140
7. Sowa J. *Jakość powietrza we wnętrzach jako istoty element wpływający na komfort pracy.* Cyrkulacje 37 (2017) str. 32 – 33

8. Sowa J. *Jakość powietrza wewnątrz, a komfort życia i efekty ekonomiczne*. *Cyrkulacje* 35 (2016) str. 30
9. World Health Organization. World Health Statistics 2018 (WHO – WHS): Monitoring health for the SDGS
10. Xie T. *Indoor air pollution and control technology* IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 170 (2018) 032084
DOI: 10.1088/1755-1315/170/3/032084 2nd International Symposium on Resource Exploration and Environmental Science

Ewa Zender-Świercz

